



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①0 DE 197 13 977 A 1

⑤1 Int. Cl.⁸:
C02F 1/469
B 01 D 81/42

②1 Aktenzeichen: 197 13 977.9
②2 Anmeldetag: 4. 4. 97
④3 Offenlegungstag: 30. 10. 97

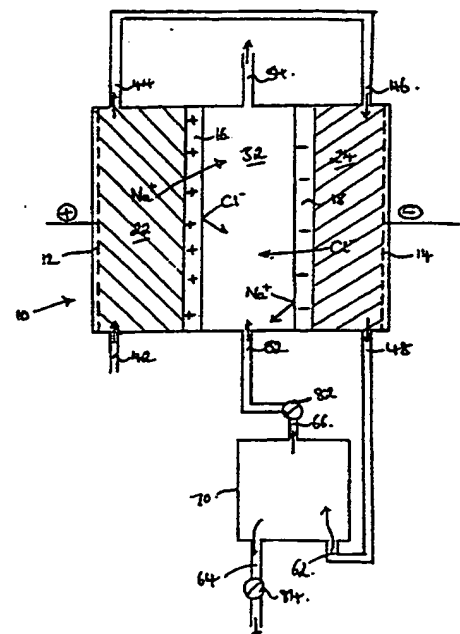
DE 197 13 977 A 1

③0 Unionspriorität:
9607646 12.04.96 GB
⑦1 Anmelder:
Elga Group Services Ltd., High Wycombe,
Buckinghamshire, GB
⑦4 Vertreter:
Andrae Flach Haug Kneissl Bauer Schneider, 81541
München

⑦2 Erfinder:
Emery, Nigel Philip, High Wycombe,
Buckinghamshire, GB; Woodward, Roger John,
High Wycombe, Buckinghamshire, GB

⑤4 Einrichtung und Verfahren zur Elektrodialyse

⑤7 In einem Verfahren und einer Einrichtung zur Elektrodialyse wird verunreinigtes Wasser durch Deionisierungsabteile (22, 24) geleitet, welche jeweils zwischen einer Kationen-durchlaßselektiven Membran (16) und einer Anode (12) und einer Anionen-durchlaßselektiven Membran (18) und einer Kathode (14) gebildet sind. Zwischen der Kationen-durchlaßselektiven Membran (16) und der Anionen-durchlaßselektiven Membran (18) ist ein Konzentrationsabteil (32) gebildet, in welches ionische Verunreinigungen in dem in den Deionisierungsweg strömenden unreinen Wasser eintreten kann. Das zu reinigende Wasser berührt in den Deionisierungsabteilen (22, 24) die Anode (12) bzw. die Kathode (14), so daß an der Anode (12) oder der Kathode (14) Gas erzeugt wird, welches in das Wasser eintritt. Ein Teil des ionenverarmten Wassers wird als eine zweite Flüssigkeit verwendet, die durch das Konzentrationsabteil (32) strömt.



DE 197 13 977 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zur Elektrodialyse, welches das Entfernen ionischer Verunreinigungen von Wasser zu einer Akzeptorflüssigkeit durch eine durchlaßselektive Membran, beispielsweise eine Ionenaustauschmembran, unter dem Einfluß einer elektromotorischen Kraft umfaßt.

Ein Verfahren zur Elektrodialyse ist in der GB-A-764067 der Permutit Company Ltd. offenbart. Das aus diesem Dokument bekannte Verfahren umfaßt das Bewirken oder Ermöglichen, daß unreines Wasser sich entlang eines Deionisierungswegs zwischen einer Anode und einer Kathode bewegt, das Bewirken oder Ermöglichen, daß eine zweite Akzeptor- bzw. Aufnahme-Flüssigkeit sich entlang eines Ionenkonzentrationswegs in dem Deionisierungsweg benachbarter Position bewegt, welcher Konzentrationsweg von dem Deionisierungsweg durch eine Kationen-durchlaßselektive Membran zwischen dem Konzentrationsweg und der Anode und/oder eine Anionen-durchlaßselektiven Membran zwischen dem Konzentrationsweg und der Kathode getrennt ist, welche zweite Flüssigkeit dazu in der Lage ist, die ionischen Verunreinigungen von dem unreinen Wasser aufzunehmen, und das Anlegen einer Potentialdifferenz zwischen der Anode und der Kathode, um dadurch zu bewirken oder zu ermöglichen, daß Anionen in dem unreinen Wasser durch eine Anionen-Austauschmembran und/oder Kationen in die zweite Flüssigkeit über eine Kationen-Austauschmembran eintreten, wodurch die ionischen Verunreinigungen von dem unreinen Wasser entfernt werden.

Es ist dem Fachmann bekannt, daß der Deionisierungsweg wenigstens ein Ionenaustauschmaterial enthalten kann, zum Beispiel ein Ionenaustauschharz, welches typischerweise in der Form von Kugeln vorgesehen ist. Die Elektrodialyse hängt davon ab, daß ein kontinuierlicher Elektrolyt zwischen der Anode und der Kathode vorhanden ist, und wenn Wasser mit einer sehr hohen Reinheit benötigt wird, wird die Elektrodialyse ineffizient, da die Leitfähigkeit des ionenarmen Wassers in dem Deionisierungsweg für die angelegte elektromotorische Kraft einen sehr hohen Widerstand vorsieht. Das Einschließen eines Ionenaustauschmaterials in den Deionisierungsweg dient zum Beibehalten einer leitfähigen "Brücke" über den Deionisierungsweg hinweg zwischen der Anode und der Kathode, selbst wenn das Wasser darin einen sehr geringen Ionengehalt aufweist. Es ist bekannt, daß das Ionenaustauschmaterial nur ein Kationen- oder nur ein Anionen-Austauschmaterial sein kann. Alternativ kann ein homogen gemischtes Bett oder eine Ansammlung oder können Schichten von Kationen- und Anionen-Austauschmaterial verwendet werden. Die Elektrodialyse unter Verwendung eines Ionenaustauschmaterials in dem Deionisierungsweg ist teilweise im Stand der Technik als Elektrodeionisation bekannt. Beispiele von Elektrodeionisationsverfahren sind in der GB-A-815154 und der GB-A-877239 der Permutit Company Ltd. beschrieben.

Ein verbessertes Elektrodeionisationsverfahren ist durch die Forschungszentrum Jülich GmbH in deren internationaler Patentanmeldung Nr. PCT/DE95/00696 offenbart. Dieses Dokument offenbart eine Elektrodeionisationseinrichtung, umfassend drei Abteile zwischen der Anode und der Kathode. Die Abteile sind durch zwei im Abstand angeordnete durchlaßselektive Membranen gebildet: eine erste Anionen-durchlaßselektive Membran ist an einer von der Kathode in Abstand lie-

genden Position angeordnet, und eine zweite Kationen-durchlaßselektive Membran ist zwischen der Anionen-durchlaßselektiven Membran und der Anode angeordnet. Die beiden durchlaßselektiven Membranen bilden somit ein zentrales Abteil, welches den Konzentrationsweg bildet, sowie zwei im Abstand liegende Endabteile, welche die Elektroden enthalten. Die beiden Endabteile bilden zusammen den Deionisierungsweg, und im Betrieb wird verursacht, daß unreines Wasser aufeinanderfolgend durch die beiden Endabteile strömt. Das zu reinigende Wasser berührt somit während seines Durchgangs durch die Endabteile die Elektroden.

Im Gebrauch, wenn eine elektromotorische Kraft zwischen der Anode und der Kathode angelegt wird, wird bewirkt oder ermöglicht, daß kationische Verunreinigungen in dem Wasser in die zweite Flüssigkeit in dem zentralen Konzentrationsabteil durch die Kationen-Austauschmembran hindurchwandern, und es wird bewirkt, daß anionische Verunreinigungen durch die Anionen-Austauschmembran hindurch in das zentrale Abteil wandern. Die Endabteile enthalten ein Ionenaustauschmaterial, und das zentrale Konzentrationsabteil enthält optional ebenso Ionenaustauschmaterial. Wie vorangehend beschrieben, unterstützt das Ionenaustauschmaterial in diesen Abteilen das Beibehalten eines leitfähigen Wegs mit geringem Widerstand zwischen den beiden Elektroden, wodurch die Herstellung von sehr reinem Wasser ohne dem Erfordernis des Anlegens einer übermäßig hohen Potentialdifferenz zwischen den Elektroden ermöglicht ist.

Der Fachmann erkennt ferner, daß an den Elektroden eine Wasserzertrennung stattfindet. Insbesondere werden an der Anode Hydroniumionen und an der Kathode Hydroxylionen erzeugt. Dies ist vorteilhaft, da diese Spezies die Ionenaustauschmaterialien in den Endabteilen regenerieren.

In jedem Abteil umfaßt das Ionenaustauschmaterial typischerweise ein Bett von Ionenaustauschharzkugeln, welches Bett komprimiert sein kann, um die elektrische Leitfähigkeit des Betts zu erhöhen. Vorzugsweise kann das Bett (die Betten) durch Kompression derart verdichtet sein, daß die elektrische Effizienz der Elektrodeionisation verbessert wird, ohne die Harzkugeln zu beschädigen und ohne den hydraulischen Widerstand des Betts (der Betten) übermäßig zu erhöhen. Es werden Drücke von bis zu 500 psi (3,45 MPa) in Betracht gezogen.

Ein bei dem in der Anmeldung Nr. PCT/DE95/00696 offenbarten Verfahren vorhandener weiterer Vorteil ist, daß an der Anode erzeugte oxidierende Gase eine desinfizierende Wirkung auf das zu reinigende Wasser ausüben.

Ein Nachteil des in der Anmeldung Nr. PCT/DE95/00696 offenbarten Verfahrens ist, daß unerwünschte Gase, insbesondere Sauerstoff und Wasserstoff, in den Deionisierungsstrom abgegeben werden. Ferner ist, obgleich die desinfizierende Wirkung eines oxidierenden Gases in dem Deionisierungsstrom vorteilhaft ist, sein Vorhandensein im Endprodukt ein Nachteil.

Elektrodialyseverfahren der vorangehend beschriebenen Art werden nachfolgend als Verfahren der beschriebenen Art bezeichnet.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Elektrodialyseverfahren und eine Elektrodialyseeinrichtung vorzusehen, welche in der Lage sind, im Vergleich zu Verfahren der beschriebenen Art Wasser mit höherer Ionenreinheit zu erzeugen. Es ist ferner eine Aufgabe der Erfindung, ein Elektrodialyseverfahren vorzuse-

hen, welches die Vorteile des Abgebens von Elektroden-
gasen in das zu reinigende Wasser ausnutzt, ohne ein
Wassererzeugnis zu erzeugen, welches einen hohen
Gasgehalt aufweist.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist
ein Verfahren der vorangehend beschriebenen Art da-
durch gekennzeichnet, daß das zu reinigende Wasser
mit einer Anode oder einer Kathode derart in Kontakt
gebracht wird, daß an der Anode oder der Kathode
erzeugtes Gas in das unreine Wasser eintritt, durch das
Verwenden eines Teils des ionenverarmten Wassers als
die zweite Flüssigkeit in dem Konzentrationsweg und
durch das Konzentrieren von Gas, welches in dem ion-
enverarmten Wasser in dem Teil vorhanden ist, wel-
cher dem Konzentrationsstrom zugeführt wird, um da-
durch die Konzentration von Gas in dem Rest des ion-
enverarmten Wassers, welches als Erzeugnis abgege-
ben wird, zu verringern.

Die Verwendung eines Teils des ionenverarmten
Wassers zum Zuführen zu dem Konzentrationsweg
weist den Vorteil des Verringerens der Rückdiffusion von
Ionen von dem Konzentrationsweg in den Deionisie-
rungsweg auf. Gemäß der vorliegenden Erfindung führt
dies im Vergleich zu den Verfahren der beschriebenen
Art zu einem Wassererzeugnis mit einem geringen Ion-
engehalt. Da die in dem ionenverarmten Wasser gelö-
sten Elektroden-gase in dem Teil des ionenverarmten
Wassers konzentriert werden, welcher in den Konzen-
trationsstrom zurückgeführt wird, besteht ferner kein
Erfordernis für zusätzliche Gasseparationstechniken,
und das Volumen des ionenverarmten Wassers, welches
für diesen Zweck verwendet wird, ist minimal gemacht.
Daher ist die Menge des Wassererzeugnisses maximal.
Der Teil des ionenverarmten Wassers, welcher zum Zu-
führen zum Konzentrationsweg verwendet wird, kann
40 bis 80%, typischerweise 60% Gas umfassen.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist,
daß durch Konzentrieren der Elektroden-gase in dem
Teil des ionenverarmten Wassers, welcher als Konzen-
trationsstrom verwendet wird, der Rest des ionenver-
armten Wassers, welcher als Erzeugnis verwendet wird,
einen geringeren Gasgehalt aufweist.

Typischerweise kann der Deionisierungsweg ein
Ionenaustauschmaterial enthalten, zum Beispiel Ionen-
austauschharzkugeln. Die Erzeugung von Hydroxyl-
und Hydroniumionen an den Elektroden in dem Deioni-
sierungsweg kann daher zum kontinuierlichen Regene-
rieren dieses Ionenaustauschmaterials dienen.

In einigen Ausführungsformen kann der Schritt des
Konzentrierens des Gases in dem Teil des ionenverarm-
ten Wassers, der in dem Konzentrationsweg verwendet
wird, das Abgeben des ionenverarmten Wassers in ei-
nen Plenumbehälter bzw. Beruhigungsbehälter umfas-
sen, in welchem bewirkt oder ermöglicht wird, daß das
Wasser vor der Abgabe als Erzeugnis steht, um zu er-
möglichen, daß in dem Wasser vorhandenes Gas sich an
der Oberseite oder im Bereich der Oberseite des Behäl-
ters ansammelt, und der Teil des ionenverarmten Was-
sers, welcher als eine zweite Flüssigkeit in dem Konzen-
trationsweg verwendet wird, kann von der Oberseite
oder vom Bereich der Oberseite des Beruhigungsbehäl-
ters zugeführt werden, wo das Wasser einen hohen Gas-
gehalt aufweist.

Es kann bewirkt oder ermöglicht werden, daß das zu
reinigende Wasser sich entlang des Deionisierungswegs
mit einer Rate von ungefähr 2 bis 10.000 Liter pro Stun-
de bewegt, und es kann bewirkt oder ermöglicht wer-
den, daß die zweite Flüssigkeit sich durch den Konzen-

trationsweg als ein geringer Anteil des Gesamtstroms
bewegt, typischerweise, jedoch nicht darauf beschränkt,
2 bis 10%. Gemäß einem besonderen Aspekt der vorlie-
genden Erfindung kann das zu reinigende Wasser vor
dem Eingeben in den Deionisierungsweg einem Vorrei-
nigungsschritt in einer Reversosmose unterzogen wer-
den.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Er-
findung ist eine Elektrodialyseeinrichtung zum Entfer-
nen von Ionen als Verunreinigungen von Wasser vorge-
sehen, wobei die Einrichtung eine Anode und eine Ka-
thode sowie ein Mittel umfaßt, welches einen Deionisie-
rungsweg zum Leiten des unreinen Wassers zwischen
der Anode und der Kathode und einen Konzentrations-
weg für eine zweite Flüssigkeit benachbart dem Deioni-
sierungsweg begrenzt oder bildet, welche zweite Flüssig-
keit dazu in der Lage ist, ionische Verunreinigungen
von dem unreinen Wasser aufzunehmen, worin das die
Deionisierungs- und Konzentrationswege begrenzende
Mittel eine Anionen-durchlaßselektive Membran um-
faßt, welche die Konzentrations- und Deionisierungs-
wege voneinander trennt und zwischen dem Konzentra-
tionsweg und der Kathode angeordnet ist, oder eine
Kationen-durchlaßselektive Membran umfaßt, welche
die Konzentrations- und Deionisierungswegen voneinan-
der trennt und zwischen dem Konzentrationsweg und
der Anode angeordnet ist, derart, daß dann, wenn im
Betrieb eine Potentialdifferenz zwischen der Anode und
der Kathode angelegt ist, bewirkt oder ermöglicht wird,
daß Anionen in dem unreinen Wasser über die Anionen-
durchlaßselektive Membran in die zweite Flüssigkeit
wandern, oder bewirkt oder ermöglicht wird, daß Kat-
ionen in dem unreinen Wasser über die Kationen-durch-
laßselektive Membran in die zweite Flüssigkeit eintre-
ten, wodurch ionische Verunreinigungen von dem unrei-
nen Wasser entfernt werden, dadurch gekennzeichnet,
daß der Deionisierungsweg derart eingerichtet ist, daß
das unreine Wasser oder teilweise gereinigtes Wasser
die Anode oder die Kathode berührt, derart, daß das an
der Anode oder der Kathode erzeugte Gas in das teil-
weise gereinigte Wasser eintritt, daß ein Zufuhrmittel
vorgesehen ist, um einen Teil des ionenverarmten Was-
sers als die zweite Flüssigkeit zu dem Konzentrations-
weg zu führen, und daß Gaskonzentrationsmittel vorge-
sehen sind, um Gas in dem ionenverarmten Wasser in
dem Teil des ionenverarmten Wassers zu konzentrieren,
welcher als zweite Flüssigkeit zugeführt wird, derart,
daß Gas von dem Rest des ionenverarmten Wassers,
welches als Erzeugnis geliefert wird, entfernt wird.

Das Begrenzungsmittel kann zwei im Abstand ange-
ordnete Deionisierungsabteile, welche die Elektroden
enthalten, sowie ein einziges Konzentrationsabteil zwi-
schen den Deionisierungsabteilen begrenzen. Die Deio-
nisierungsabteile können Ionenaustauschmaterial ent-
halten, und es kann bewirkt oder ermöglicht werden,
daß das zu reinigende Wasser aufeinanderfolgend durch
die Deionisierungsabteile hindurchströmt. Optional
kann das Konzentrationsabteil ebenso Ionenaustausch-
material enthalten.

Es folgt anhand eines Beispiels eine Beschreibung von
Verfahren und Vorrichtungen zum Durchführen der
vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeich-
nungen.

In den Zeichnungen zeigt die Figur eine teilweise im
Schnitt dargestellte schematische Seitenansicht einer
Elektrodeionisationseinrichtung gemäß der vorliegen-
den Erfindung.

Die in der Figur gezeigte Elektrodeionisationsein-

richtung umfaßt eine Zelle 10, welche zwei im Abstand angeordnete Elektroden — eine Anode 12 und eine Kathode 14 — umfaßt. Zwischen der Anode 12 und der Kathode 14 unterteilen zwei im Abstand angeordnete durchlaßselektive Membranen die Zelle 10 in drei Abteile. Eine der durchlaßselektiven Membranen, eine kationendurchlässige Austauschmembran 16, bildet, d. h. begrenzt, ein erstes Verdünnungsabteil bzw. eine Verdünnungskammer 22 zwischen sich und der Anode 12. Die andere durchlaßselektive Membran, eine anionendurchlässige Austauschmembran 18, bildet, d. h. begrenzt, ein zweites Verdünnungsabteil bzw. eine Verdünnungskammer 24 zwischen sich und der Kathode 14. Zwischen der Kationen- und der Anionen-Austauschmembran 16, 18 bilden die beiden Membranen ein Konzentrationsabteil 32.

Jedes dieser drei Abteile ist mit einem Wassereinlaß und einem Auslaß versehen. Der Einlaß 42 des ersten Verdünnungsabteils 22 ist zur Verbindung mit einer Zufuhr von zu reinigendem Wasser ausgebildet. Der Auslaß 44 des ersten Verdünnungsabteils 22 ist mit dem Einlaß 46 des zweiten Verdünnungsabteils 24 verbunden. Der Auslaß 48 des ersten Verdünnungsabteils 24 ist mit einem Einlaß 62 im Boden oder im Bereich des Bodens einer Beruhigungskammer 70 verbunden. Die Beruhigungskammer 70 ist ferner mit einem Beruhigungsauslaß 64 am oder im Bereich des Bodens der Kammer und einer Rückführleitung 66 versehen, welche mit dem Einlaß 52 zum zentralen Konzentrationsabteil 32 verbunden ist. Der Auslaß 54 des Konzentrationsabteils 32 ist mit einem Abfall- bzw. Abwasserentfernungssystem, z. B. einem Abwasserkanal oder Sammler, verbunden.

Jedes von erstem und zweitem Verdünnungsabteil 22, 24 ist mit einem Bett von Ionenaustauschharzkugeln gefüllt. Typischerweise können Kationenaustauschharzkugeln in dem ersten Verdünnungsabteil 22 verwendet werden, und Anionenaustauschharzkugeln können in dem zweiten Verdünnungsabteil 24 verwendet werden. Alternativ kann jedes von erstem und zweitem Verdünnungsabteil 22, 24 ein gemischtes Bett von Kationen- und Anionen-Austauschharzkugeln oder alternierende Schichten von Kationen- und Anionen-Austauschharz enthalten. Geeignete Kationen- und Anionen-Austauschharze sind zum Zeitpunkt der Abfassung des Textes im Handel erhältlich und sind dem Fachmann bekannt ebenso wie geeignete kationen- und anionendurchlässige Austauschmembranen.

Im Betrieb wird zu reinigendes Wasser über den Einlaß 42 zu dem ersten Verdünnungsabteil in die Zelle 10 eingelassen, und es wird bewirkt oder ermöglicht, daß es nacheinander durch das erste und das zweite Verdünnungsabteil 22, 24 und danach in die Beruhigungskammer 70 strömt. Vor dem Einlassen in das erste Verdünnungsabteil 22 kann das zu reinigende Wasser einer Reversosmose-Vorbehandlung unterzogen werden.

Während des Startens oder Anlaufens wird sich die Beruhigungskammer zunehmend mit Wasser füllen. Die Rückführleitung 66 und der Beruhigungsauslaß 64 sind mit Strömungsregulatoren 82, 84 versehen. Die Regulatoren 82, 84 und die in das erste Verdünnungsabteil 22 eingelassene Strömungsrate werden derart gesteuert/ geregelt, daß Strömungsraten von ungefähr 20 bis 100 Liter pro Stunde durch die erste und die zweite Verdünnungskammer und von ungefähr 1 bis 10 Liter pro Stunde durch die Rückführleitung 66 vorgesehen sind. Das Wasser in der Rückführleitung wird in das Konzentrationsabteil 32 über den Einlaß 52 eingelassen und wird

durch den Auslaß 54 zu dem Abfall oder Abwasser abgegeben.

Das Konzentrationsabteil 32 kann optional mit einem Bett von Ionenaustauschharzkugeln gefüllt sein, welche Kugeln eine Mischung von Kationen- und Anionen-Austauschharzkugeln umfassen können oder lediglich Kationen-Austauschharz oder Anionen-Austauschharz umfassen können.

Zwischen der Anode 12 und der Kathode 14 wird eine Potentialdifferenz angelegt, um ein Wandern der Kationen in dem ersten Verdünnungsabteil durch die Kationen-Austauschmembran 16 hindurch in das zentrale Konzentrationsabteil 32 zu bewirken, und in gleicher Weise in ein Wandern von Anionen in dem zweiten Verdünnungsabteil durch die Anionen-Austauschmembran 18 hindurch und in das Konzentrationsabteil 32 zu bewirken, um dadurch das durch die Verdünnungsabteile 22, 24 strömende Wasser zu deionisieren.

Aufgrund der an den Elektroden 12, 14 stattfindenden Reaktionen wird Gas in die Verdünnungsabteile abgegeben. Dieses Gas besteht im wesentlichen aus Wasserstoff und Sauerstoff. Oxidierende Gase weisen einen desinfizierenden Effekt auf jegliche Mikroben im zu reinigenden Wasser auf. Hydroxyl- und Hydroniumionen werden an den Elektroden ebenso erzeugt, welche Ionen den vorteilhaften Effekt des Regenierens des Ionenaustauschmaterials in den Verdünnungsabteilen 22, 24 aufweisen.

Während des Verweilens des Wassers in der Beruhigungskammer 70 wird das Gas in dem Wasser sich zur Oberseite der Kammer 70 "absetzen" und wird über die Rückführleitung 66 mit dem zurückgeführten gereinigten Wasser in die Konzentrationskammer 32 eingelassen. Das zu der Konzentrationskammer bzw. dem Konzentrationsabteil zurückgeführte Wasser kann 20–80%, vorzugsweise 40–70%, und typischerweise ungefähr 65% Gas enthalten. Im Gegensatz dazu wird von dem Rest des deionisierten Wassers in der Beruhigungskammer 70 Gas entfernt, wodurch die Qualität des Wassererzeugnisses verbessert wird.

Die Verwendung von entsalztem Wasser in dem Konzentrationsabteil weist den Vorteil des Verringerns einer Rückdiffusion von Ionen von der Konzentrationskammer 32 in das erste und das zweite Verdünnungsabteil 22, 24 auf, was zu einem reineren Wassererzeugnis führt.

Das gereinigte Wassererzeugnis kann über den Beruhigungsauslaß 64 abgegeben werden.

Es ist offensichtlich, daß die Einrichtung alternativ derart betrieben werden kann, daß das zu reinigende Wasser zuerst durch das zweite Verdünnungsabteil 24 über die Kathode hinweg und danach durch das erste Abteil 22 über die Anode 12 hinweg strömt, wobei die Beruhigungskammer 70 nach dem ersten Abteil 22 angeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Elektrodialyse, umfassend das Bewirken oder Ermöglichen, daß unreines Wasser sich entlang eines Deionisierungswegs zwischen einer Anode (12) und einer Kathode (14) bewegt, das Bewirken oder Ermöglichen, daß eine zweite Akzeptorflüssigkeit sich entlang eines Ionenkonzentrationswegs benachbart dem Deionisierungsweg bewegt, welcher Konzentrationsweg von dem Deionisationsweg durch eine Kationen-durchlaßselektive Membran (16) zwischen dem Konzentra-

bewegt, welcher Konzentrationsweg von dem Deionisationsweg durch eine Kationen-durchlaßselektive Membran (16) zwischen dem Konzentrationsweg und der Anode (12) und/oder eine Anionen-durchlaßselektive Membran (18) zwischen dem Konzentrationsweg und der Kathode (14) getrennt ist, welche zweite Flüssigkeit ionische Verunreinigungen von dem unreinen Wasser aufnehmen kann, und das Anlegen einer Potentialdifferenz zwischen der Anode (12) und der Kathode (14), um dadurch zu bewirken oder zu ermöglichen, daß Ionen in dem unreinen Wasser durch eine Anionen-Austauschmembran (16) hindurch in die zweite Flüssigkeit eintreten und/oder Kationen über eine Kationen-Austauschmembran (18) hinweg in die zweite Flüssigkeit eintreten, um dadurch ionische Verunreinigungen von dem unreinen Wasser zu entfernen, gekennzeichnet durch das Inkontaktbringen des zu reinigenden Wassers mit der Anode (12) oder der Kathode (14), derart, daß an der Anode (12) oder der Kathode (14) erzeugtes Gas in das unreine Wasser eintritt, das Verwenden eines Teils des ionenverarmten Wassers als die zweite Flüssigkeit in dem Konzentrationsweg und das Konzentrieren von in dem ionenverarmten Wasser in dem Teil, welcher dem Konzentrationsstrom zugeführt wird, vorhandenem Gas, um dadurch die Konzentration von Gas in dem Rest des ionenverarmten Wassers, welches als Erzeugnis abgegeben wird, zu verringern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Teil des ionenverarmten Wassers, welcher zum Zuführen zu dem Konzentrationsweg verwendet wird, 40–80% Gas, vorzugsweise ungefähr 60% Gas umfaßt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Konzentrierens des Gases in dem Teil des ionenverarmten Wassers, welcher in dem Konzentrationsweg verwendet wird, das Abgeben des ionenverarmten Wassers zu einem Beruhigungsbehälter (70) umfaßt, in welchem bewirkt oder ermöglicht wird, daß das Wasser vor der Abgabe als Erzeugnis steht, um zu ermöglichen, daß in dem Wasser vorhandenes Gas sich an oder im Bereich der Oberseite des Beruhigungsbehälters (70) ansammelt, und daß der Teil des ionenverarmten Wassers, welcher als zweite Flüssigkeit in dem Konzentrationsweg verwendet wird, von der Oberseite oder vom Bereich der Oberseite des Beruhigungsbehälters (70) zugeführt wird, wo das Wasser einen höheren Gasgehalt aufweist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zu reinigende Wasser vor dem Einlaß in den Deionisierungs- und Konzentrationsschritt unterzogen wird.

5. Elektrodialyseeinrichtung zum Entfernen von Ionen als Verunreinigungen aus Wasser, wobei die Einrichtung umfaßt: eine Anode (12) und eine Kathode (14) und ein Mittel (16, 18), welches einen Deionisierungs- und Konzentrationsschritt zwischen der Anode (12) und der Kathode (14) und einen Konzentrationsweg für eine zweite Flüssigkeit benachbart dem Deionisierungs- und Konzentrationsschritt begrenzt, welche zweite Flüssigkeit ionische Verunreinigungen von dem unreinen Wasser aufnehmen kann, worin das Mittel (16, 18), welches die Deioni-

sierungs- und Konzentrationswege begrenzt, eine Anionen-durchlaßselektive Membran (18) umfaßt, welche die Konzentrations- und Deionisierungswege voneinander trennt und zwischen dem Konzentrationsweg und der Kathode (14) angeordnet ist, und/oder eine Kationen-durchlaßselektive Membran (16) umfaßt, welche die Konzentrations- und Deionisierungswege voneinander trennt und zwischen dem Konzentrationsweg und der Anode (12) angeordnet ist, wobei die Anordnung derart ist, daß dann, wenn eine Potentialdifferenz zwischen der Anode (12) und der Kathode (14) angelegt ist, bewirkt oder ermöglicht wird, daß Anionen in dem unreinen Wasser über eine Anionendurchlaßselektive Membran (16) in die zweite Flüssigkeit wandern, und/oder bewirkt oder ermöglicht wird, daß Kationen in dem unreinen Wasser über eine Kationendurchlaßselektive Membran (16) in die zweite Flüssigkeit eintreten, um dadurch ionische Verunreinigungen von dem unreinen Wasser zu entfernen, dadurch gekennzeichnet, daß der Deionisierungs- und Konzentrationsschritt derart eingerichtet ist, daß das unreine Wasser die Anode (12) und/oder die Kathode (14) berührt, derart, daß an der Anode (12) oder der Kathode (14) erzeugtes Gas in das unreine Wasser eintritt, daß Zufuhrmittel vorgesehen sind zum Zuführen eines Teils des ionenverarmten Wassers als die zweite Flüssigkeit zu dem Konzentrationsweg und daß ein Gaskonzentrationsmittel (70) vorgesehen ist zum Konzentrieren von Gas in dem ionenverarmten Wasser in dem Teil des ionenverarmten Wassers, welcher als eine zweite Flüssigkeit zugeführt wird, derart, daß Gas von dem Rest des ionenverarmten Wassers, welches als Erzeugnis geliefert wird, entfernt ist.

6. Elektrodialyseeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Begrenzungsmittel (16, 18) zwei im Abstand angeordnete Deionisierungsabteile (22, 24), welche die Elektroden (12, 14) enthalten, und ein einziges Konzentrationsabteil (32) zwischen den Deionisierungsabteilen (22, 24) begrenzt.

7. Elektrodialyseeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bewirkt oder ermöglicht wird, daß das zu reinigende Wasser die Deionisierungsabteile (22, 24) nacheinander durchströmt.

8. Elektrodialyseeinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Deionisierungs- und Konzentrationsschritt Ionenaustauschmaterial enthält.

9. Elektrodialyseeinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrationsweg Ionenaustauschmaterial enthält.

10. Elektrodialyseeinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gaskonzentrationsmittel (70) einen Beruhigungsbehälter (70) umfaßt, welcher zur Aufnahme von ionenverarmtem Wasser von dem Deionisierungs- und Konzentrationsschritt und zum Ermöglichen, daß das ionenverarmte Wasser vor der Abgabe als Erzeugnis in dem Beruhigungsbehälter (70) steht, eingerichtet ist, um zu ermöglichen, daß in dem Wasser vorhandenes Gas sich an der Oberseite oder im Bereich der Oberseite des Behälters (70) ansammelt, und daß die Zufuhrmittel dazu eingerichtet sind, ionenverarmtes Wasser zu dem Konzentrationsweg von der Ober-

seite oder vom Bereich der Oberseite des Beruhigungsbehälters (70) zu führen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

